

Pengaruh Sistem Produksi Lean terhadap Pengurangan Biaya Produksi dan Peningkatan Profitabilitas di Industri Pengolahan Limbah Plastik

Radhiana¹, Mukhdasir^{2*}, Jen Surya³, Nurfitri Syamsuddin⁴, Maryam⁵, Aulia Syafitri⁶

^{1,2,4}Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Serambi Mekkah, Banda Aceh

^{3,5,6}Program Studi Akuntansi, Fakultas Ekonomi, Universitas Serambi Mekkah, Banda Aceh

*Koresponden email: mukhdasir4@gmail.com

Diterima: 03 Januari 2025

Disetujui: 12 Januari 2025

Abstract

The plastics recycling industry plays a vital role in reducing the environmental impact of plastic waste. However, challenges such as high operating costs and low profit margins are hindering its growth. This article explores the application of lean production systems as a potential solution to improve operational efficiency and profitability in this industry. By reducing waste at various stages of production, such as energy consumption, raw materials and production time, lean has been shown to reduce operating costs by up to 10% in large-scale production. In addition, Lean enables companies to increase production capacity without significantly increasing costs. Despite the challenges associated with initial investment and organisational culture change, the long-term benefits of implementing Lean, such as increased profit margins and competitiveness, make it a highly relevant strategy for the plastics recycling industry.

Keywords: *lean production system, plastic waste recycling, operational efficiency, cost reduction, profitability*

Abstrak

Industri pengolahan limbah plastik memainkan peran penting dalam mengurangi dampak lingkungan yang disebabkan oleh limbah plastik. Namun, tantangan seperti biaya operasional yang tinggi dan margin keuntungan yang rendah menjadi hambatan utama. Artikel ini mengeksplorasi penerapan sistem produksi lean sebagai solusi potensial untuk meningkatkan efisiensi operasional dan profitabilitas dalam industri ini. Dengan mengurangi pemborosan dalam berbagai tahap produksi, seperti penggunaan energi, bahan baku, dan waktu produksi, lean terbukti mampu menurunkan biaya operasional hingga 10% pada skala produksi besar. Selain itu, lean juga memungkinkan perusahaan meningkatkan kapasitas produksi tanpa harus meningkatkan biaya secara signifikan. Meskipun menghadapi tantangan dalam hal investasi awal dan perubahan budaya organisasi, manfaat jangka panjang yang dihasilkan dari penerapan lean, seperti peningkatan margin keuntungan dan daya saing, menjadikannya strategi yang sangat relevan untuk industri pengolahan limbah plastik.

Kata Kunci: *sistem produksi lean, pengolahan limbah plastik, efisiensi operasional, pengurangan biaya, profitabilitas*

1. Pendahuluan

Industri pengolahan limbah plastik memainkan peran krusial dalam upaya mengurangi dampak lingkungan negatif dari limbah plastik [1]. Namun, industri ini sering menghadapi tantangan signifikan terkait biaya operasional yang tinggi dan margin keuntungan yang sempit [2]. Dalam konteks ini, penerapan sistem produksi lean menawarkan solusi potensial untuk meningkatkan efisiensi dan profitabilitas [3]. Sistem produksi lean, yang berfokus pada pengurangan pemborosan dan peningkatan nilai tambah, telah terbukti efektif di berbagai sektor industri [4].

Sistem produksi lean telah menjadi salah satu pendekatan manajemen yang populer di berbagai industri, termasuk industri pengolahan limbah plastik [5]. Lean berfokus pada pengurangan pemborosan (waste) dan peningkatan efisiensi dalam seluruh rantai produksi. Penerapan sistem produksi lean dapat membantu mengurangi biaya produksi dan pada saat yang sama meningkatkan profitabilitas di industri pengolahan limbah plastik.

Industri pengolahan limbah plastik tidak hanya penting dari segi lingkungan, tetapi juga dari segi ekonomi, terutama karena potensi yang dimiliki untuk mendaur ulang dan mengurangi konsumsi plastik baru [6]. Salah satu metode paling efektif untuk meningkatkan efisiensi dalam industri ini adalah penerapan

lean manufacturing, yang berfokus pada pengurangan pemborosan dalam setiap aspek produksi. Namun, industri ini sering menghadapi tantangan dalam mengoptimalkan proses tersebut karena biaya yang tinggi terkait pemrosesan limbah, teknologi yang terlibat, serta kebutuhan tenaga kerja yang intensif. Oleh karena itu, penerapan sistem lean dapat menghadirkan solusi efektif dalam memitigasi pemborosan yang ada.

Artikel ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana penerapan sistem produksi lean dapat mengurangi biaya produksi dan meningkatkan profitabilitas di industri pengolahan limbah plastik. Industri pengolahan limbah plastik menghadapi berbagai tantangan, termasuk tingginya biaya operasional, pemborosan dalam proses produksi, dan margin keuntungan yang rendah. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk menganalisis penerapan sistem produksi lean sebagai solusi yang efektif untuk mengatasi masalah tersebut. Dengan fokus pada identifikasi dan pengurangan pemborosan di setiap tahap produksi, artikel ini mengeksplorasi bagaimana lean dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya, dan meningkatkan profitabilitas. Selain itu, artikel ini juga membahas tantangan dalam implementasi lean, seperti resistensi karyawan dan kebutuhan investasi awal, serta menawarkan solusi strategis yang relevan. Kontribusi utama artikel ini adalah memberikan wawasan praktis dan analisis mendalam tentang manfaat dan tantangan sistem produksi lean, sekaligus menunjukkan bagaimana pendekatan ini dapat mendukung keberlanjutan dan daya saing industri pengolahan limbah plastik.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi literatur untuk menganalisis penerapan sistem produksi lean dalam industri pengolahan limbah plastik. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan dan meninjau berbagai artikel ilmiah, buku, laporan, dan studi kasus yang relevan. Sumber-sumber literatur yang digunakan mencakup publikasi nasional dan internasional yang terpercaya dan memiliki kontribusi signifikan dalam bidang manajemen produksi, keberlanjutan, dan pengolahan limbah plastik. Sumber utama data dalam penelitian ini meliputi artikel yang dipublikasikan di jurnal bereputasi, baik nasional maupun internasional, seperti *Journal of Cleaner Production*, *Construction Economics and Building*, dan *International Journal of Production Research*. Artikel-artikel ini memberikan wawasan tentang penerapan sistem lean dalam berbagai konteks industri. Selain itu, buku-buku seperti *Lean Thinking* oleh Womack dan Jones (2003) dan *Managing Innovation* oleh Tidd dan Bessant (2020) digunakan untuk memahami prinsip-prinsip lean production serta tantangan dan manfaatnya dalam praktik industri. Laporan dari organisasi internasional seperti *Ellen MacArthur Foundation* dan *International Energy Agency (IEA)* juga menjadi sumber penting yang membahas tren keberlanjutan dan inovasi dalam pengelolaan limbah plastik. Studi kasus dari industri pengolahan limbah plastik di berbagai negara juga dianalisis untuk memberikan contoh nyata penerapan sistem lean dan hasil yang diperoleh.

Analisis dilakukan dengan mengidentifikasi tema-tema utama yang relevan dengan penelitian ini, yaitu pengurangan pemborosan (waste) dalam proses produksi, efisiensi operasional yang dihasilkan oleh penerapan lean production, tantangan dalam implementasi lean di industri pengolahan limbah plastik, serta dampak penerapan lean terhadap pengurangan biaya produksi dan peningkatan profitabilitas. Literatur yang diperoleh kemudian dibandingkan untuk menemukan pola, persamaan, dan perbedaan dalam hasil penelitian sebelumnya. Pendekatan ini membantu membangun pemahaman yang komprehensif tentang bagaimana sistem lean dapat diterapkan secara efektif dalam industri pengolahan limbah plastik.

Untuk memastikan validitas dan kredibilitas sumber yang digunakan, penelitian ini hanya menggunakan literatur dari jurnal terindeks, buku akademik dari penerbit bereputasi, serta laporan yang diterbitkan oleh organisasi internasional atau lembaga penelitian yang diakui. Selain itu, referensi yang digunakan dipilih berdasarkan relevansinya terhadap topik penelitian dan kemutakhiran informasi. Dengan pendekatan studi literatur ini, penelitian ini tidak hanya memberikan analisis teoretis tetapi juga menawarkan panduan praktis bagi pelaku industri dalam menerapkan sistem lean untuk meningkatkan efisiensi operasional dan keberlanjutan.

3. Identifikasi dan Pengurangan Pemborosan dalam Proses Produksi

Langkah pertama dalam menerapkan lean adalah mengidentifikasi pemborosan dalam proses produksi. Di industri pengolahan limbah plastik, pemborosan dapat berupa kelebihan produksi, waktu tunggu yang tidak perlu, proses pengolahan yang berlebihan, serta tingkat cacat produk yang tinggi [7]. Metode Value Stream Mapping (VSM) sering digunakan untuk memetakan aliran nilai dan mengidentifikasi area pemborosan. Setelah pemborosan diidentifikasi, strategi seperti 5S (Sort, Set in order, Shine, Standardize, Sustain) dapat diterapkan untuk mengorganisir dan meningkatkan efisiensi operasional [8].

Lean produksi menuntut pengidentifikasian pemborosan di sepanjang proses produksi. Dalam industri pengolahan limbah plastik, pemborosan dapat berupa kelebihan produksi, waktu tunggu yang berlebihan, over-processing (pemrosesan berlebihan), serta cacat produk [9]. Dengan mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan ini, perusahaan dapat mengurangi biaya operasional secara signifikan.

Gambar 1 menggambarkan alur proses daur ulang limbah plastik, dimulai dari pengumpulan limbah (*waste collection*) yang berasal dari berbagai sumber seperti rumah tangga, industri, dan tempat pembuangan sampah. Limbah tersebut kemudian melalui tahap penyortiran (*sorting*), di mana plastik dipisahkan berdasarkan jenis dan kualitas material untuk memastikan efisiensi dalam proses daur ulang. Setelah disortir, plastik dibersihkan (*cleaning*) untuk menghilangkan kotoran, seperti minyak, label, atau sisa makanan, yang dapat mengganggu proses selanjutnya.



Gambar 1. Alur Proses Daur Ulang Limbah Plastik Sebelum dan Setelah Implementasi Lean
 Sumber: [10], [11]

Tahap berikutnya adalah pencacahan (*shredding*), di mana plastik yang bersih dicacah menjadi potongan kecil untuk mempermudah proses peleburan (*melting*). Pada tahap peleburan, potongan plastik dilebur pada suhu tinggi untuk membentuk material dasar yang dapat digunakan kembali. Akhirnya, material yang telah dilebur dibentuk kembali (*molding*) menjadi produk baru, seperti botol, wadah, atau bahan industri lainnya.

Gambar ini juga menunjukkan perbedaan efisiensi proses sebelum dan setelah implementasi lean production. Sebelum penerapan lean, proses sering mengalami pemborosan, seperti waktu tunggu yang lama, over-processing, dan penggunaan energi yang tidak efisien. Setelah lean diterapkan, proses menjadi lebih efisien dengan aliran kerja yang lebih baik, pengurangan waktu tunggu, dan optimalisasi sumber daya. Dengan mengadopsi prinsip lean production, industri daur ulang plastik dapat mengurangi pemborosan di setiap tahap, meningkatkan efisiensi operasional, dan mendukung keberlanjutan lingkungan.

Pemborosan dalam industri pengolahan limbah plastik dapat dikategorikan ke dalam tujuh jenis pemborosan utama (*waste*), seperti yang dijelaskan oleh metode lean: overproduction, waiting, transportation, extra processing, inventory, motion, dan defects. Misalnya, salah satu pemborosan yang sering terjadi dalam industri ini adalah over-processing, di mana limbah plastik diproses lebih dari yang seharusnya, menghasilkan konsumsi energi dan waktu yang tidak diperlukan. Sebagai sebuah ilustrasi, sebuah pabrik daur ulang plastik mengidentifikasi bahwa mereka menggunakan proses pencucian ulang untuk plastik yang sebenarnya sudah bersih, yang menambah biaya operasional hingga 10%. Dengan menerapkan value stream mapping, pabrik tersebut mampu menghilangkan pencucian berlebih dan mengurangi waktu produksi hingga 15%.

4. Manfaat Lean terhadap Pengurangan Biaya Produksi

Implementasi lean dapat memberikan manfaat signifikan dalam pengurangan biaya produksi di industri pengolahan limbah plastic [12]. Dengan mengurangi pemborosan energi, bahan baku, dan waktu produksi, perusahaan dapat menurunkan biaya operasional secara keseluruhan [13]. Selain itu, lean meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, yang memungkinkan perusahaan untuk memproduksi lebih banyak dengan biaya yang sama atau bahkan lebih rendah. Pengurangan biaya ini tidak hanya

meningkatkan margin keuntungan tetapi juga memungkinkan perusahaan untuk menawarkan harga yang lebih kompetitif di pasar.

Penerapan lean dalam industri pengolahan limbah plastik dapat menghasilkan berbagai manfaat finansial [14]. Pertama, dengan mengurangi pemborosan energi dan bahan baku, perusahaan dapat menurunkan biaya produksi secara signifikan. Kedua, optimasi proses produksi dapat mempercepat waktu siklus produksi, yang pada akhirnya mengurangi biaya tenaga kerja dan penggunaan mesin. Pengurangan biaya ini sangat penting bagi industri pengolahan limbah plastik, yang sering beroperasi dengan margin keuntungan yang tipis.

Salah satu manfaat terbesar dari penerapan lean di industri pengolahan limbah plastik adalah pengurangan konsumsi energi dan bahan baku. Dengan mengurangi pemborosan pada penggunaan energi, seperti penggunaan listrik berlebih pada mesin yang beroperasi tanpa pengawasan, industri dapat menurunkan biaya sebesar 5-10% dalam skala produksi besar.

Tabel 1. Pengurangan Energi Setelah Implementasi Lean

No.	Sumber Energi	Sebelum Lean (kWh), (USD)	Setelah Lean (kWh), (USD)	Pengurangan (%)
1.	Listrik	200.000	180.000	10%
2.	Gas Alam	150.000	135.000	10%

Sumber: [10], [15]

Tabel 1 di atas menunjukkan perubahan konsumsi energi pada sumber listrik dan gas alam sebelum dan setelah penerapan sistem produksi lean di industri pengolahan limbah plastik. Sebelum penerapan lean, konsumsi listrik berada di angka 200.000 kWh, sementara setelah penerapan lean terjadi penurunan sebesar 10%, menjadi 180.000 kWh. Hal yang sama terjadi pada penggunaan gas alam, di mana konsumsi awalnya sebesar 150.000 kWh menurun sebesar 10%, menjadi 135.000 kWh setelah implementasi lean. Pengurangan konsumsi energi ini menunjukkan bahwa sistem produksi lean mampu mengurangi pemborosan dalam penggunaan sumber daya energi, sehingga perusahaan dapat menghemat biaya operasional yang signifikan dan lebih efisien dalam menjalankan proses produksinya.

5. Peningkatan Profitabilitas Melalui Efisiensi Operasional

Efisiensi operasional yang dihasilkan dari penerapan lean berkontribusi langsung pada peningkatan profitabilitas [16]. Dengan proses produksi yang lebih efisien, perusahaan dapat meningkatkan output tanpa perlu meningkatkan biaya operasional secara proporsional. Selain itu, peningkatan kualitas produk mengurangi jumlah produk cacat dan pengembalian dari pelanggan, yang pada gilirannya mengurangi biaya tambahan dan meningkatkan kepuasan pelanggan [17]. Semua faktor ini bersama-sama meningkatkan profitabilitas perusahaan dalam jangka panjang.

Dengan pengurangan pemborosan dan optimasi proses, lean memungkinkan industri pengolahan limbah plastik untuk meningkatkan profitabilitas. Perusahaan dapat memanfaatkan efisiensi yang diperoleh dari lean untuk menambah kapasitas produksi tanpa harus meningkatkan biaya secara proporsional [18]. Selain itu, lean membantu meningkatkan kualitas produk akhir, sehingga mengurangi biaya karena produk cacat atau pengembalian dari pelanggan, yang pada akhirnya berkontribusi pada profitabilitas jangka panjang.

Efisiensi operasional sangat erat kaitannya dengan peningkatan produktivitas tanpa menambah biaya tetap. Misalnya, dengan penerapan kanban system dan just-in-time, sebuah pabrik pengolahan limbah plastik dapat mengurangi waktu tunggu antar proses dan mengatur aliran kerja yang lebih efisien, sehingga meningkatkan output hingga 20%. Sebagai ilustrasi kasus, sebuah perusahaan di sektor ini yang awalnya membutuhkan 20 hari untuk menyelesaikan satu siklus daur ulang plastik, setelah penerapan lean, dapat menyelesaikan siklus tersebut dalam 16 hari, yang berarti peningkatan kapasitas produksi hingga 25% dalam setahun.

6. Tantangan dalam Implementasi Lean di Industri Pengolahan Limbah Plastik

Sistem produksi lean menekankan pentingnya kualitas dalam setiap tahap proses produksi [19]. Dalam industri pengolahan limbah plastik, peningkatan kualitas berarti pengurangan jumlah produk cacat, yang dapat disebabkan oleh proses pengolahan yang tidak konsisten atau penggunaan bahan baku yang tidak optimal. Dengan menerapkan prinsip lean, seperti Poka-Yoke (mekanisme pencegah kesalahan) dan

standar kerja yang ketat, perusahaan dapat memastikan bahwa setiap produk yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang tinggi. Pengurangan produk cacat tidak hanya menghemat biaya bahan baku tetapi juga meningkatkan reputasi perusahaan di mata pelanggan.

Meskipun banyak keuntungan, penerapan lean di industri pengolahan limbah plastik bukan tanpa tantangan. Salah satu tantangan utama adalah perubahan budaya organisasi yang diperlukan untuk mengadopsi lean secara efektif [20]. Karyawan harus dilatih untuk mengenali dan mengurangi pemborosan. Selain itu, beberapa perusahaan mungkin menghadapi kendala teknologi dan investasi awal untuk menerapkan lean, terutama jika mereka beroperasi dengan infrastruktur produksi yang ketinggalan zaman.

Meskipun lean memiliki banyak keuntungan, implementasinya tidak selalu mudah. Salah satu tantangan utama adalah kesulitan dalam mengubah budaya kerja dan resistensi dari karyawan yang terbiasa dengan cara lama. Selain itu, kebutuhan investasi awal dalam teknologi baru untuk mendukung lean, seperti sensor otomatisasi untuk memantau pemborosan secara real-time, dapat menjadi hambatan bagi perusahaan kecil yang memiliki keterbatasan anggaran.

Tabel 2. Tantangan dan Solusi Lean

No.	Tantangan	Solusi
1.	Resistensi dari Karyawan	Program pelatihan dan edukasi
2.	Investasi Awal	Pendanaan dari mitra atau pemerintah
3.	Kurangnya Teknologi	Kemitraan dengan penyedia teknologi

Sumber: [21], [22]

Tabel 2 di atas menggambarkan tiga tantangan utama dalam implementasi sistem produksi lean di industri pengolahan limbah plastik, serta solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi tantangan-tantangan tersebut. Tantangan pertama adalah resistensi dari karyawan, di mana para pekerja mungkin merasa enggan untuk beradaptasi dengan perubahan budaya kerja yang dihadirkan oleh lean. Solusinya adalah melalui program pelatihan dan edukasi yang komprehensif, yang membantu karyawan memahami manfaat dan cara kerja lean. Tantangan kedua adalah investasi awal yang dibutuhkan untuk menerapkan lean, terutama dalam hal teknologi dan infrastruktur. Solusi yang dapat diterapkan adalah mencari pendanaan dari mitra bisnis atau melalui program dukungan dari pemerintah. Tantangan ketiga adalah kurangnya teknologi yang tepat guna dalam proses produksi yang lean. Solusi untuk mengatasi hal ini adalah dengan menjalin kemitraan dengan penyedia teknologi yang dapat memberikan dukungan dan perangkat yang diperlukan untuk meningkatkan efisiensi operasional.

7. Kesimpulan

Penerapan sistem produksi lean di industri pengolahan limbah plastik terbukti efektif dalam mengurangi biaya produksi dan meningkatkan profitabilitas. Dengan fokus pada pengurangan pemborosan, peningkatan efisiensi operasional, dan peningkatan kualitas produk, lean menawarkan berbagai manfaat yang signifikan bagi perusahaan. Meskipun menghadapi tantangan dalam implementasinya, manfaat jangka panjang dari penerapan lean, seperti peningkatan margin keuntungan dan kepuasan pelanggan, menjadikannya investasi yang berharga. Oleh karena itu, perusahaan pengolahan limbah plastik disarankan untuk mempertimbangkan penerapan sistem produksi lean sebagai strategi utama dalam meningkatkan daya saing dan keberlanjutan bisnis mereka.

Sistem produksi lean memberikan banyak manfaat bagi industri pengolahan limbah plastik, terutama dalam hal pengurangan biaya produksi dan peningkatan profitabilitas. Dengan menghilangkan pemborosan dan meningkatkan efisiensi operasional, perusahaan dapat mengoptimalkan proses produksi, meningkatkan kualitas produk, dan memperluas margin keuntungan. Namun, implementasi lean memerlukan komitmen yang kuat dan investasi awal yang mungkin menantang bagi beberapa perusahaan, namun hasil jangka panjangnya sangat sepadan.

Secara keseluruhan, penerapan sistem produksi lean di industri pengolahan limbah plastik memberikan banyak manfaat, terutama dalam hal pengurangan biaya produksi dan peningkatan profitabilitas. Dengan meminimalkan pemborosan dan meningkatkan efisiensi operasional, perusahaan dapat memosisikan diri mereka lebih kompetitif di pasar global yang semakin ketat. Namun, tantangan dalam hal perubahan budaya dan kebutuhan investasi awal harus dihadapi dengan strategi yang tepat untuk memaksimalkan hasil dari penerapan lean.

8. Referensi

- [1] D. Nurmalasari, N. Andrian, A. K. Priyanto, and A. Taryana, "Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Produk dan Jasa Kreatif," *J. Compr. Sci.*, vol. 3, no. 7, 2024.
- [2] R. Hossain, M. T. Islam, A. Ghose, and V. Sahajwalla, "Full circle: Challenges and prospects for plastic waste management in Australia to achieve circular economy," *J. Clean. Prod.*, vol. 368, p. 133127, 2022.
- [3] S. Sanusi, L. Larisang, R. P. Hasibuan, I. Ismail, and A. Badruszaman, "Pelatihan Peningkatan Efisiensi Produksi dan Omset Penjualan UMKM melalui Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Lean Manufacturing," *PUAN Indones.*, vol. 6, no. 1, pp. 377–388, 2024.
- [4] U. Dombrowski, T. Richter, and P. Krenkel, "Interdependencies of Industrie 4.0 & lean production systems: A use cases analysis," *Procedia Manuf.*, vol. 11, pp. 1061–1068, 2017.
- [5] P. Ribeiro, J. C. Sá, L. P. Ferreira, F. J. G. Silva, M. T. Pereira, and G. Santos, "The Impact of the Application of Lean Tools for Improvement of Process in a Plastic Company: a case study," *Procedia Manuf.*, vol. 38, pp. 765–775, 2019.
- [6] M. R. Johansen, T. B. Christensen, T. M. Ramos, and K. Syberg, "A review of the plastic value chain from a circular economy perspective," *J. Environ. Manage.*, vol. 302, p. 113975, 2022.
- [7] I. T. B. Widiwati, S. D. Liman, and F. Nurprihatin, "The implementation of Lean Six Sigma approach to minimize waste at a food manufacturing industry," *J. Eng. Res.*, 2024.
- [8] M. M. Shahriar, M. S. Parvez, M. A. Islam, and S. Talapatra, "Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study," *Clean. Eng. Technol.*, vol. 8, p. 100488, 2022.
- [9] A. Desfianto, "Minimasi Waste Melalui Implementasi Lean Manufacturing Dengan Tools Value Stream Mapping Pada Proses Produksi Batik Tulis (Studi Kasus: Ukm Batik Nakula Sadewa)," 2021.
- [10] M. Aslam, Z. Gao, and G. Smith, "Development of Lean Approaching Sustainability Tools (LAST) matrix for achieving integrated lean and sustainable construction," *Constr. Econ. Build.*, vol. 21, no. 3, pp. 176–197, 2021.
- [11] N. Nordin and B. Md Deros, "Organisational change framework for lean manufacturing implementation," *Int. J. Supply Chain Manag.*, vol. 6, no. 3, pp. 309–320, 2017.
- [12] N. R. Nurwulan, "Penerapan Lean Manufacturing di Industri Makanan dan Minuman: Kajian Literatur," *IKRAITH-EKONOMIKA*, vol. 4, no. 2, pp. 62–68, 2021.
- [13] P. Deoranto, A. Harwitasari, and D. M. Ikasari, "Analisis produktivitas dan profitabilitas produksi sari apel dengan Metode American Productivity Center di KSU Brosem," *Ind. J. Teknol. dan Manaj. Agroindustri*, vol. 5, no. 3, pp. 114–124, 2017.
- [14] W. M. Cheung, J. T. Leong, and P. Vichare, "Incorporating lean thinking and life cycle assessment to reduce environmental impacts of plastic injection moulded products," *J. Clean. Prod.*, vol. 167, pp. 759–775, 2017.
- [15] E. Lander and J. K. Liker, "The Toyota Production System and art: making highly customized and creative products the Toyota way," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 45, no. 16, pp. 3681–3698, 2007.
- [16] D. Hananto *et al.*, "Strategi Manajemen Operasi Dalam Mengoptimalkan Operasi E-Commerce di Indonesia," *AL-MIKRAJ J. Stud. Islam dan Hum. (E-ISSN 2745-4584)*, vol. 5, no. 01, pp. 445–458, 2024.
- [17] M. R. Shahrudin, K. Govindan, S. Zailani, and K. C. Tan, "Managing product returns to achieve supply chain sustainability: an exploratory study and research propositions," *J. Clean. Prod.*, vol. 101, pp. 1–15, 2015.
- [18] J. Fresner, F. Morea, C. Krenn, J. A. Uson, and F. Tomasi, "Energy efficiency in small and medium enterprises: Lessons learned from 280 energy audits across Europe," *J. Clean. Prod.*, vol. 142, pp. 1650–1660, 2017.
- [19] D. J. Antandito, M. Choiri, and L. Riawati, "Pendekatan Lean Manufacturing Pada Proses Produksi Furniture Dengan Metode Cost Integrated Value Stream Mapping (Studi Kasus: PT. Gatra Mapan, Ngijo, Malang)," *J. Rekayasa dan Manaj. Sist. Ind.*, vol. 2, no. 6, p. 131660, 2013.
- [20] H. E. Sutrisno, *Budaya organisasi*. Prenada Media, 2019.
- [21] J. Tidd and J. R. Bessant, *Managing innovation: integrating technological, market and organizational change*. John Wiley & Sons, 2020.
- [22] J. P. Womack and D. T. Jones, "Banish waste and create wealth in your corporation," *Recuper.* http://www.kvimis.co.in/sites/kvimis.co.in/files/ebook_attachments/James, vol. 56, 2003.